

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

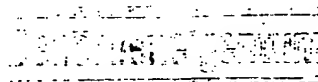


DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3606253 A1

⑤1 Int. Cl. 4:  
F28D 1/00

②1 Aktenzeichen: P 36 06 253.7  
②2 Anmeldetag: 27. 2. 86  
④3 Offenlegungstag: 6. 11. 86



DE 3606253 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
01.05.85 JP P 60-94655

⑦1 Anmelder:  
Showa Aluminum K.K., Sakai, Osaka, JP

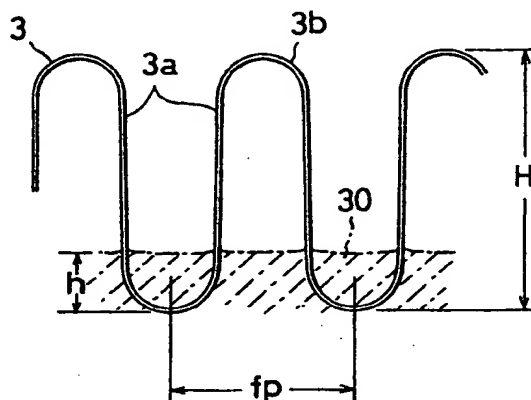
⑦4 Vertreter:  
Paul, D., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4040 Neuss

⑦2 Erfinder:  
Suzuki, Katsuhisa, Utsunomiya, JP; Hoshino,  
Ryoichi, Oyama, Tochigik, JP; Sasaki, Hironaka,  
Shimodate, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Wärmeaustauscher

Ein Wärmeaustauscher weist eine Vielzahl von ebenen Rohrelementen (2) und gewellten Rippelementen (3) auf, die horizontal eins über dem anderen in vertikaler Richtung übereinandergestapelt sind. Zur Vermeidung des Wasserspritzens haben die gewellten Rippelemente (3) einen Rippenabstand ( $f_p$ ) von 3,2 bis 4 mm und eine Höhe von 14 bis 20 mm.



DE 3606253 A1

Patentansprüche:

Showa Aluminum Kabushiki Kaisha, 224-banchi,  
Kaizancho 6-cho, Sakaishi, Osaka, Japan

Wärmeaustauscher:

1. Wärmeaustauscher mit einer Vielzahl von übereinander gestapelten, ebenen Rohrelementen und gewellten Rippenelementen,  
dadurch gekennzeichnet, daß die gewellten Rippenelemente (3) einen Rippenabstand (fp) von 3,2 bis 4,0 mm und eine Höhe (H) von 14 bis 20 mm haben.
2. Wärmeaustauscher nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohrelement (2) zwei flache Platten (2a, 2 b) aufweist, die an ihrem Umfang miteinander verbunden sind.
3. Wärmeaustauscher nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohrelement (2) eine Mulde (9) aufweist, die durch Biegen der Umfangskante der Rohrelemente (2) entstanden ist.
4. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohrelement (2) ausgebauchte Abschnitte (7) an seinen gegenüberliegenden Endabschnitten sowie ein die ausgebauchten Abschnitte (7) verbindendes Flachrohr (8) aufweist.
5. Wärmeaustauscher nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohrelement (2)

370000

3606253

2

einen Tauwasseraustritt (24) an der Verbindung zwischen jedem ausgebauchten Abschnitt (7) und jedem Flachrohr (8) aufweist.

6. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gewellten Rippenelemente (3) aus Aluminium bestehen.
7. Wärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die gewellten Rippenelemente (3) mit gerasterten Vorsprüngen (3c) versehen sind.

Beschreibung

Showa Aluminum Kabushiki Kaisha, 224-banchi,  
Kaizancho 6-cho, Sakaishi, Osaka - Japan

Wärmeaustauscher

Die Erfindung betrifft einen Wärmeaustauscher insbesondere für die Verwendung in Kombination mit einem Verdampfer für einen Autokühler. Vor allem betrifft die Erfindung einen horizontal gestapelten Wärmeaustauscher mit Luftwegen, die durch eine Vielzahl von übereinander gestapelten Rohrelementen mit jeweils zwischen den Rohrelementen angeordneten, gewellten Rippen gebildet werden.

W Allgemein ist ein gestapelter Wärmeaustauscher durch Paare von Metallplatten und gewellten Rippen gekennzeichnet, wobei die Platten und Rippen abwechselnd übereinander gestapelt sind, um einen Kernbereich zu schaffen, der an beiden Enden oder zumindest an einem Ende einen Behälter für ein Wärmeaustauschmedium enthält. Dieser Typ von Wärmeaustauschern zeichnet sich durch Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Belastungen aus.

Als Verdampfer für einen Autokühler werden vertikale Typen verwendet, in denen Rohrelemente aufgerichtet sind, die jeweils Durchflußwege für ein Wärmeaustauschmedium beinhalten, wobei jeder Weg durch ein Plattenpaar mit dazwischen angeordneten Rippen gebildet wird. Dieser Typ ist in der japanischen Gebrauchsmusterveröffentlichung Nr. 56 (1981)-6847 beschrieben. Diese frühere Erfindung

ist insoweit vorteilhaft, als Tautropfen, die sich aus der durch die Luftwege und Rippen strömenden Luft niederschlagen, leicht nach unten entlang den vertikalen Rohrelementen entfernt werden können.

Da der Raum zur Anordnung eines Wärmeaustauschers in einem Automobil begrenzt ist, ist der vertikal gestapelte Typ nicht immer, aber manchmal unbrauchbar. In diesem Fall wird ein horizontaler Typ wegen seiner großen effektiven Fläche bevorzugt, wodurch eine relativ hohe Effizienz erzielt wird.

Ein Beispiel eines horizontalen Typs ist in der Japanischen Gebrauchsmusterveröffentlichung Nr. 53 (1978)-32375 offenbart. Dieser horizontale Typ hat jedoch den Nachteil, daß sich Tautropfen auf den Rohrelementen niederschlagen, die dann durch die zirkulierende Luft in den Innenraum des Automobils gelangen, was allgemein als Spritzproblem (splash problems) bezeichnet wird.

Um Tautropfen am Wegfliegen zu hindern, wird vorgeschlagen, die Rohrelemente mit Mulden zu versehen, wodurch das Tauwasser aus dem Wärmeaustauscher herausgeführt werden kann. Wie schon oben erwähnt, ist der Raum zur Aufnahme von Wärmeaustauschern zu gering, um das Vorsehen von Mulden von für diesen Zweck ausreichender Größe zu erlauben. Außerdem schränken große Mulden die Wege für das Wärmeaustauschmedium ein, was insbesondere in den meist feuchten Jahreszeiten nicht zu gebrauchen ist. Ein weiterer Vorschlag besteht darin, den Wärmeaustauscher geneigt einzubauen, damit die Tautropfen entlang der Oberfläche des Wärmeaustauschers nach unten fließen. Hierdurch entsteht allerdings unvermeidlich

toter Raum. Manche Wärmeaustauschermodelle können auch nicht geneigt eingebaut werden.

A Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Probleme zu lösen und einen verbesserten, horizontalen, gestapelten Wärmeaustauscher vorzusehen, mit dem das Problem des Wasserspritzens von auf dem Wärmeaustauscher sich bildenden Tautropfen gelöst wird.

Der Lösung dieser Aufgabe gingen Untersuchungen zur Analyse der Gründe voraus, weshalb das vorbeschriebene Wasserspritzen auftritt. Dabei wurde herausgefunden, daß die gewellten Rippen zwischen den Rohrelementen einen großen Einfluß auf den Grad des Wasserspritzens haben. Auf der Basis dieser Beobachtungen wurde ein optimaler Bereich des Rippenabstandes und der Rippenhöhe zur Vermeidung des Wasserspritzens gefunden.

Entsprechend der Erfindung weist der horizontale, gestapelte Wärmeaustauscher eine Vielzahl von ebenen Rohrelementen und gewellten Rippen auf, die in vertikaler Richtung einer über dem anderen gelegt sind, wobei die gewellten Rippen jeweils einen Abstand von 3,2 bis 4 mm und eine Höhe von 14 bis 20 mm haben.

B In der Zeichnung ist die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels näher veranschaulicht. Es zeigen:

Figur (1) die Vorderansicht eines Wärmeaustauschers mit teilweisen Weglassungen;

Figur (2) eine perspektivische Ansicht eines Flachrohrs und gewellten Rippenelements,

27.12.88

3606253

6

4

die ein Rohrelement bilden;

- Figur (3) die Frontansicht eines Teils des gewellten Rippelements in vergrößertem Maß;
- Figur (4) einen Querschnitt entlang der Linie IV-IV in Figur (1);
- Figur (5) einen Vertikalschnitt durch den in Figur (1) gezeigten Innenteil;
- Figur (6) eine schematische Darstellung des Fließweges des Wärmeaustauschmediums;
- Figur (7) eine perspektivische Ansicht eines Einlaßkopfes, befestigt an dem Innenteil;
- Figur (8) einen Querschnitt entlang der Linie VIII-VIII in Figur (7);
- Figur (9) eine perspektivische Teilansicht einer inneren Rippeinheit vom Mehrfacheintrittstyp, die innerhalb eines Rohrelements sitzt;
- Figuren (10) Grafiken zur Darstellung der  
bis (12) experimentellen Resultate.

Wie die Figuren (1) und (5) zeigen, hat der Wärmeaustauscher einen Innenteil (1), der eine Vielzahl von Rohrelementen (2) und gewellten Rippelementen (3) zeigt, die abwechselnd in Stapelform angeordnet sind. Der Innenteil (1) wird durch eine obere Endplatte (5) und

durch eine untere Endplatte (4) begrenzt, wodurch der Innenteil (1) abgedichtet wird.

Wie aus den Figuren (2) und (8) zu ersehen ist, bestehen das oberste und das unterste Rohrelement (2) jeweils aus einer flachen, tablettförmigen Platte (2a) aus Aluminium und einer flachen Platte (2b). Jeder der anderen Rohrelemente (2) hat zwei tablettförmige Platten (2a), die an ihren vier Kanten miteinander verbunden sind.

Die Bezugsziffer (7) bezeichnet einen ausgebauchten Abschnitt, der als Behälter fungiert. Die ausgebauchten Abschnitte (7) sind untereinander über ein Flachrohr (8) verbunden. Das Flachrohr (8) bildet einen zusammenhängenden Fluidweg (6). Die Bezugsziffer (9) bezeichnet Mulden, die durch entsprechendes Biegen der gegenüberliegenden Seitenkanten jeder Platte gebildet werden, um dem Kondenswasser zu erlauben, aus dem Wärmeaustauscher herauszufließen. Die Mulden (9) haben Seitenwände (10), die so weit nach außen gebogen sind, daß deren weggebogenen Abschnitte (11) genau so hoch sind wie die Oberfläche des Flachrohrs (8). Die Bezugsziffer (24) bezeichnet einen Tauwasseraustritt, über den das Tauwasser aus dem Flachrohr (8) herausfließen kann. Die weggebogenen Abschnitte (11) sind an den gebogenen Rippelementen (3) befestigt, wodurch die Seitenwände (10) zur Vermeidung schädlicher Verbiegungen oder Verkrümmungen verstärkt werden. Ferner sind Verstärkungsrippen (12) vorgesehen, die dem Schutz der tablettförmigen Platten (2a) im Bereich der ausgebauchten Abschnitte (7) gegen mögliches Auftrennen der dortigen Verbindung unter dem Druck des durchströmenden Fluids dienen.



3606253

3606253

8

Das in Figur (3) dargestellte, gewellte Rippelement (3) wird durch faltenförmiges Biegen einer Platte hergestellt, wodurch sich gebogene Abschnitte (3b) und ebene Abschnitte (3a) ergeben. Aus Figur (4) ist zu ersehen, daß die Breite in Richtung der durch den Pfeil W angedeuteten Luftströmung im wesentlichen der des Rohrelements (2) entspricht und daß der Mittelabschnitt mit dem Flachrohr (8) verbunden ist, während die äußeren Abschnitte mit den weggebogenen Abschnitten (11) verbunden sind. Hierdurch liegen die gewellten Rippelemente in Luftwegen (21). Die gewellten Rippelemente (3) bestehen normalerweise aus Aluminium. Vorzugsweise werden zunächst Raster (3c) von Vorsprüngen eingeprägt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung liegen der Rippenabstand (fp) und die Höhe (H) der gewellten Rippelemente (3) innerhalb eines bestimmten Zahlenbereichs, und zwar der Rippenabstand (fp) im Bereich von 3,2 bis 4 mm und die Höhe im Bereich von 14 bis 20 mm. Zu diesen Bereichen ist man gekommen durch Beobachtung des Auftretens von Wasserspritzern im Innenteil (1), wobei eine Beziehung zwischen dem Grad des Wasserspritzens sowie dem Rippenabstand und der Rippenhöhe der gewellten Rippelemente (3) hergestellt wurde. Während des Wärmeaustausches entsteht nämlich auf den Rohrelementen (2) und den gewellten Rippelementen (3) ein Kondensat und sammelt sich in den Mulden (9). Wenn die Menge mehr wird, so bewegen sich die Tropfen in Richtung des Luftstromes und verlassen den Wärmeaustauscher über die Tauwasseraustritte (24). Wenn die Menge des Kondensats die Kapazität der Mulden (9) überschreitet, steigt das überfließende Wasser durch Kappilarwirkung an allen ebenen Abschnitten (3a), die durch die benachbarten

370040

3606253

7  
9

Rippenwandungen begrenzt werden, hoch, so daß ein Wasserfilm (30) entsteht, der die Höhe (h) hat, wie aus den Figuren (3) und (4) zu ersehen ist. Auf Grund dieser Wasserfilme wird der Freiraum zwischen den ebenen Abschnitten (3a) eingeengt, wodurch sich die Geschwindigkeit der hindurchtretenden Luft erhöht. Solange kein Wasserfilm vorhanden ist, beträgt die Luftgeschwindigkeit etwa 3 bis 4 m/s. Erhöht sich die Luftgeschwindigkeit auf 6 bis 7 m/s oberhalb des Wasserfilms, so werden Tautropfen mit dem Luftstrom mitgerissen, und es entstehen Spritzer. Dies wurde durch Experimente festgestellt.

Um ein Wasserspritzen zu vermeiden, muß die Fläche oberhalb des Wasserfilms (30) zwischen den ebenen Abschnitten (3a) vergrößert werden, damit die Luftgeschwindigkeit auf 6 m/s oder weniger herabgesetzt wird. Um dies zu erreichen, ist es notwendig, den Rippenabstand zwischen einem ebenen Abschnitt (3a) und dem nächsten so zu vergrößern, daß sich die dort wirkenden Kapillarkäfte verringern. Dies hat zur Folge, daß die Höhe des Wasserfilms (30) geringer wird und sich die wirksame Höhe der gewellten Rippenelemente (3) vergrößert und damit auch die Querschnittsfläche für die hindurchströmende Luft. Durch Experimente wurde festgestellt, daß, wenn der Rippenabstand (fp) 3,2 mm und die Höhe (H) der Rippen (3) 14 mm oder mehr sind, die Spritzmenge minimiert wird. Wenn jedoch der Rippenabstand (fp) 4 mm überschreitet, verschlechtert sich der Wärmeübergang an den Rippen wegen der verringerten Wärmeübertragungsfläche verhältnismäßig stark. Wenn die Höhe (H) der Rippenelemente 20 mm überschreitet, verringert sich die Effizienz der Rippen. Zusätzlich wird die Effizienz der Rippen durch die reduzierte Anzahl der

27 05 88

3606253

8  
10

Rohrelemente (2) beeinträchtigt. Im Ergebnis liegt deshalb der optimale Bereich für den Rippenabstand und die Rippenhöhe innerhalb der obengenannten Werte.

Der dargestellte Wärmeaustauscher hat Mulden (9) zur Entfernung von Tauwasser über den Umfang der Rohrelemente (3). Diese Mulden (9) sind jedoch nicht entscheidend für die vorliegende Erfindung.

Wie die Figuren (5) und (6) zeigen, sind die Rohrelemente (2) von unten nach oben in vier Gruppen (I), (II), (III) und (IV) aufgeteilt. Die Gruppen (I) und (II) haben jeweils drei Rohrelemente (2), während die Gruppe (III) vier und die Gruppe (IV) fünf Rohrelemente (2) aufweist. In jeder Gruppe stehen die vertikal benachbarten Rohrelemente (2) über die ausgebauchten Abschnitte (7), welche hierfür Durchlässe (22) aufweisen, in Verbindung. Die benachbarten Gruppen sind jeweils über einen ausgebauchten Abschnitt (7) miteinander verbunden, während deren jeweils anderes Ende durch eine Trennwand (7a) voneinander getrennt sind. Von Gruppe zu Gruppe sind abwechseln ein Durchlaß (22) und eine Trennwand (7a) vorgesehen.

Zu dem in Figur (6) dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Fluidwege (23) durch die oben beschriebenen vier Gruppen (I) bis (IV) vorgegeben. Das Fluid strömt in den durch die Pfeile angegebenen Richtungen von einem Eintrittsrohr (13) zu einem Austrittsrohr (16). Wie aus Figur (6) zu entnehmen ist, strömt das Fluid innerhalb einer Gruppe immer in der gleichen Richtung. Durch den Innenteil (1) des Wärmeaustauschers strömt somit das Fluid in einem Zick-Zack-Weg. Es handelt sich also um ein Vierstrom-System. Dabei haben alle Fluidwege eine gleiche

M

Querschnittsfläche. Die Anzahl der Fluidwege (6) vergrößert sich jedoch wesentlich von der Gruppe (II) zur Gruppe (IV), und zwar von drei auf fünf. Mit anderen Worten vergrößert sich die Fluidmenge vom Einlaß zum Auslaß.

Der Grund für diese Ausbildung ist folgender.

Das Wärmeaustauschmedium, das durch den Einlaßkopf (14) eintritt, liegt in atomisierter Form vor und geht dann auf Grund von Wärmeabsorption in gasförmigen Zustand über. Der Anteil des gasförmigen Fluids beträgt 20% am Einlaßkopf (14), 50% im Mittelteil und 100% am Auslaßkopf (15). Durch die Vergasung des Fluids expandiert es im Laufe des Fluidweges, wodurch die Luftströmung einem zum Auslaß immer größer werdenden Widerstand ausgesetzt ist. Deshalb ist es notwendig, die Querschnittsfläche progressiv von der ersten und zweiten Gruppe (I), (II) zur dritten Gruppe (III) und zur vierten Gruppe (IV) zu vergrößern, wo - wie oben beschrieben - die Vergasungsrate progressiv ansteigt. Dadurch wird der Widerstand der strömenden Luft auf Grund der Zunahme des Volumens reduziert, wodurch im Innenteil (1) des Wärmeaustauschers Drosselprobleme vermieden werden. Dies wiederum verringert die Belastung des Kompressors, der zum Transport des Wärmeaustauschmediums zum Kondensator notwendig ist, wodurch die benötigte Leistung minimiert wird. Ferner werden "dry-out"-Probleme in den Luftwegen vermieden. Auf diese Weise ist eine hohe Wärmeaustauschrate gesichert.

In den Figuren (7) und (8) zu sehen ist, ist der Einlaßkopf (14) mit einer Ausnehmung (14a) quer zum Rohrelement (2) versehen. Mit der Ausnehmung (14a) steht

~~10~~  
12

ein Stutzen (14b) mit einer Bohrung (14c) in Verbindung. Das Eintrittsrohr (13) ist mit dieser Bohrung (14c) verbunden. Der ausgebauchte Abschnitt (7) des unteren Rohrelements (2) weist einige Einlaßöffnungen (17) auf, die quer zum Rohrelement (2) in gleichen Abständen zueinander angeordnet sind. Der Einlaßkopf (14) ist vorzugsweise unten an dem ausgebauchten Abschnitt (7) des unteren Rohrelements (2) angelötet, so daß das obere Ende der Ausnehmung (14a) in der Weise aufwärts gerichtet ist, daß sie mit den Einlaßöffnungen (17) in Verbindung steht. Vorzugsweise wird ein kurzes Rohr (18) zur Verbindung des Eintrittsrohrs (13) mit der Bohrung (14c) verwendet. Normalerweise ist das Eintrittsrohr (13) an der Bohrung (14c) durch Löten oder Schweißen befestigt. Das Fluid wird anfangs in die Ausnehmung (14a) geleitet und füllt sie. Dann strömt es in den ausgebauchten Abschnitt (7) des unteren Rohrelements (2), und zwar gleichmäßig über die Einlaßöffnungen (17). Die gleichmäßige Verteilung des Fluids trägt zu einem guten Wärmeaustausch bei.

Um den Einlaßkopf (14) richtig an dem unteren Rohrelement (2) anbringen zu können, ist eine rechteckige Ausnehmung (4a) im Kantenbereich der Platte (4) vorgesehen. Der Auslaßkopf (15) hat die gleiche Gestaltung wie der Einlaßkopf (14) und ist an dem ausgebauchten Abschnitt (7) des obersten Rohrelements (2) befestigt. In gleicher Weise wie der Einlaßkopf (14) ist auch das Austrittsrohr (16) angebracht. Auf Grund dieser Ausbildung wird das Fluid gleichmäßig über die Breite des Rohrelements (2) innerhalb des Innenteils (1) verteilt.

Die Stutzen (14b) und (15b) sind so ausgebildet, daß sie die Herstellung der Verbindung der Eintritts- bzw. Austrittsrohre (13, 16) zu den Einlaß- bzw. Auslaßköpfen

(14, 15) in der Weise erleichtern, daß ausreichender Abstand zu dem Innenteil (1) des Wärmeaustauschers gegeben ist. Dieser Abstand schützt den Innenteil (1) gegen die beim Löten oder Schweißen auftretende Hitzebelastung.

Um die Wirksamkeit des Wärmeaustauschs zu verbessern, sind in den Flachrohren (8) Innenrippen (19) vorgesehen, die beispielsweise als Mehrfacheintrittstypen ausgebildet sind, wie aus Figur (2) zu ersehen ist. Durch die Verwendung solcher Innenrippen (19) hat die heiße Luft einen besseren Kontakt zu dem Fluid als sonst, wodurch die Wirkung des Wärmeaustausches verbessert wird.

Wie die Figur (5) zeigt, sind die Innenrippen (19) durch Biegen einer Blechplatte in Zick-Zack-Form entstanden, so daß Vorsprünge (19a) und Ausnehmungen (19b) gebildet werden, die jeweils die gleiche Breite  $W_1$  und  $W_2$  haben und sich abwechseln. Beide Seitenwandungen (20) jedes Vorsprungs (19a) haben unebene Oberflächen mit konvexen Abschnitten (20a) und konkaven Abschnitten (20b), die sich jeweils in der Weise abwechseln, daß jedem konvexen Abschnitt (20a) ein konkaver Abschnitt (20b) des benachbarten Vorsprungs (19a) gegenüberstehen. Der Raum zwischen den konvexen Abschnitten (20a) und den konkaven Abschnitten (20b) ist als rechtwinklige Öffnung (25) ausgebildet. Hierdurch entsteht immer wieder ein Trennen und Vereinigen des Luftstroms, wodurch eine starke turbulente Strömung entsteht. Auf diese Weise reicht für das Wärmeaustauschmedium eine sehr geringe Fläche der Oberfläche der Innenrippen (19) aus, wodurch die Wirksamkeit der Wärmeübertragung und der Grad des Wärmeaustauschs verbessert wird.

~~12~~  
14

Die Innenrippen (19) sind in den Flachrohren (8) entlang der Linie eingebaut, die die beiden ausgebauchten Abschnitte (7) eines Rohrelements (2) verbindet. Um den Einbau des Wärmeaustauschers zu erleichtern, ist das Flachrohr (8) so, wie in Figur (2) gezeigt, ausgebildet. Das Flachrohr (8) hat eine größere Breite als der ausgebauchte Abschnitt (7), so daß an beiden Ecken Schultern entstehen, wodurch die Innenrippen (19) innerhalb des Rohrelements (2) gehalten werden.

Ein typisches Ausführungsbeispiel ist nachstehend beschrieben.

Bei den Versuchen bezüglich des Wärmeaustauschers wurden vier Typen gewellter Rippenelemente (3) mit einem Rippenabstand (fp) von 2,8 mm, 3,2 mm, 3,6 mm und 4,0 mm und einer Höhe von 10 mm, 12 mm, 14 mm und 16 mm verwendet. Jeder Wärmeaustauscher wurde nach üblicher Art betrieben, und es wurde die Spritzwassermenge pro Stunde gemessen. Die Messungen wurden nach üblichen Methoden durchgeführt. Die Spritzwassermenge eines Wärmeaustauschers mit gewellten Rippenelementen, die einen Rippenabstand von 2,8 mm und eine Höhe von 12 mm hatten, wurde als Referenzwert von 100% genommen, mit dem die Spritzwassermenge, die bei den anderen Wärmeaustauschern auftraten, verglichen wurde. Die Ergebnisse sind in den Figuren (10) und (11) dargestellt.

Wie aus Figur (10) zu ersehen ist, tritt nur ein geringes Wasserspritzen auf, wenn der Rippenabstand (fp) 3,2 mm oder mehr ist. Figur (11) läßt erkennen, daß das Wasserspritzen gleichfalls gering ist, wenn die Höhe der Rippen 14 mm oder mehr ist.

Es wurde ein anderer Versuch durchgeführt, um zu ermitteln, wie die Wirksamkeit des Wärmeaustauschs im Verhältnis zur Höhe (H) der Rippen variiert. Hierzu wurde die Höhe der Rippen geändert, während die Wärmeaustauschrate beobachtet wurde. Die Ergebnisse sind aus Figur (12) zu ersehen, wobei ein Referenzwert von 100% einer Rippenhöhe von 10 mm erhalten wurde. Wie deutlich zu sehen ist, verringert sich die Wärmeaustauschwirksamkeit beträchtlich, wenn die Rippen höher als 20 mm sind.

Wie oben beschrieben, verbessern die Innenrippen (19) eines Mehrfacheintrittstyps die Wirksamkeit der Wärmeübertragung und die Wärmeaustauschrate. Um dies zu erreichen, ist es jedoch notwendig, den Rippenabstand ( $F_p$ ) in dem Bereich zwischen 3,0 bis 6,0 mm zu halten. Ist der Abstand größer als 6 mm, so tritt nicht mehr die Wirkung einer Vergrößerung des Wärmeaustausches ein. Sofern der Rippenabstand geringer als 3 mm ist, wird die Wärmeübertragungsrate ebenfalls verringert, weil der Druckverlust im Strömungsweg des Wärmeaustauschmediums verringert wird, wodurch die kritische Temperatur, bei dem das Medium verdampft, fast bis zur Lufttemperatur ansteigt. Es ist wünschenswert, den Abstand S zwischen dem konvexen Abschnitt (20a) und dem konkaven Abschnitt (20b) auf  $1/6$  bis  $2/6$  des Rippenabstandes ( $F_p$ ) zu begrenzen.

Mit der vorliegenden Erfindung wird das Wasserspritzen minimiert, ohne daß die Wärmeaustauschwirksamkeit bei den normalen Größen der Wärmeaustauscher beeinträchtigt wird. Es besteht deshalb keine Notwendigkeit für den geeigneten Einbau eines Wärmeaustauschers.



- 16 -  
- Leerseite -

-23-

Nummer:  
Int. Cl.<sup>4</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 03 253  
F 23 D 1/00  
27. Februar 1986  
6. November 1986

FIG. 1

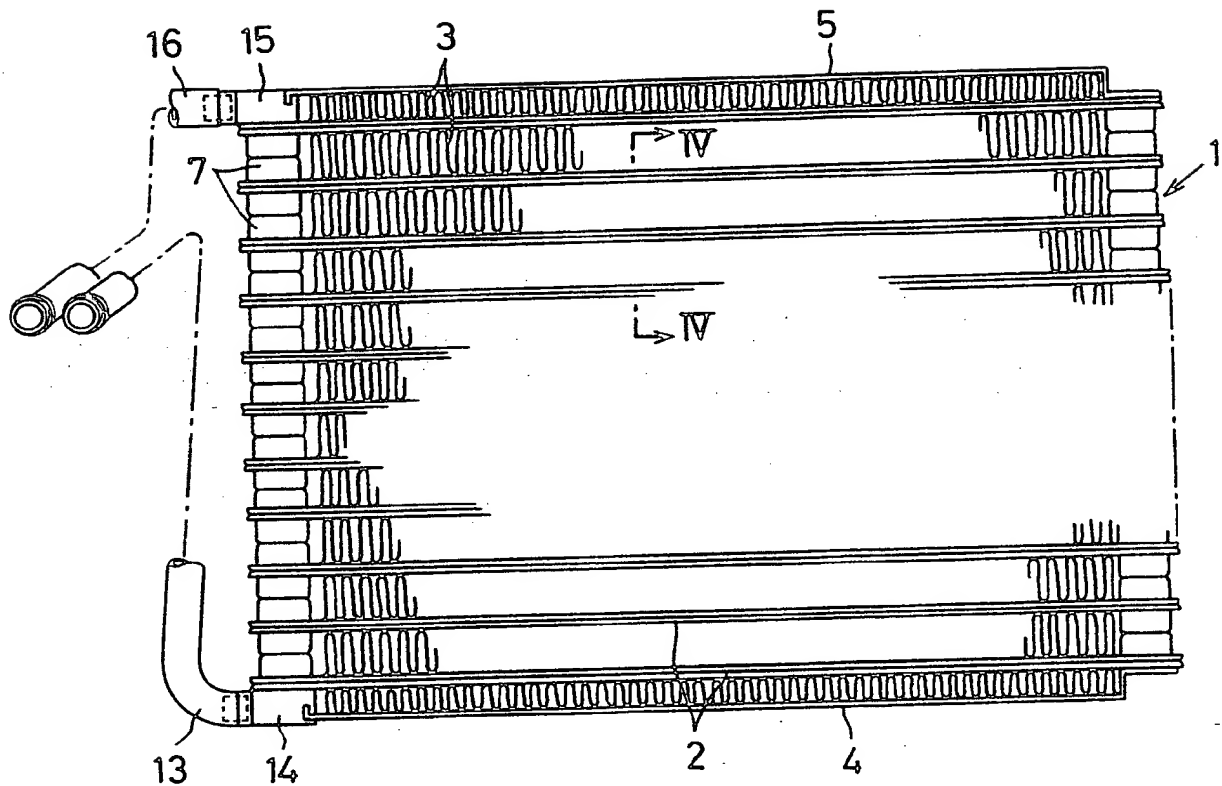


FIG. 2

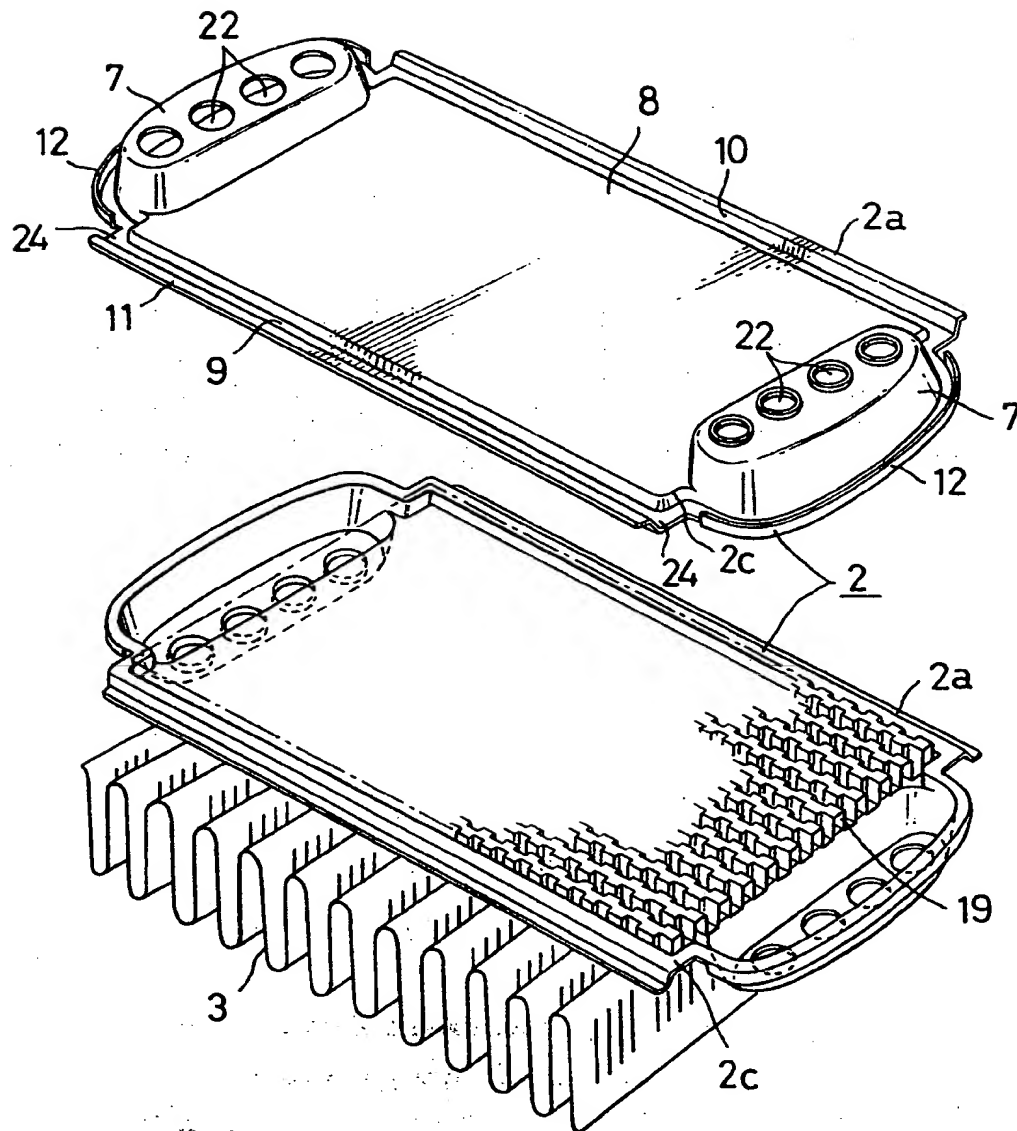




FIG. 5

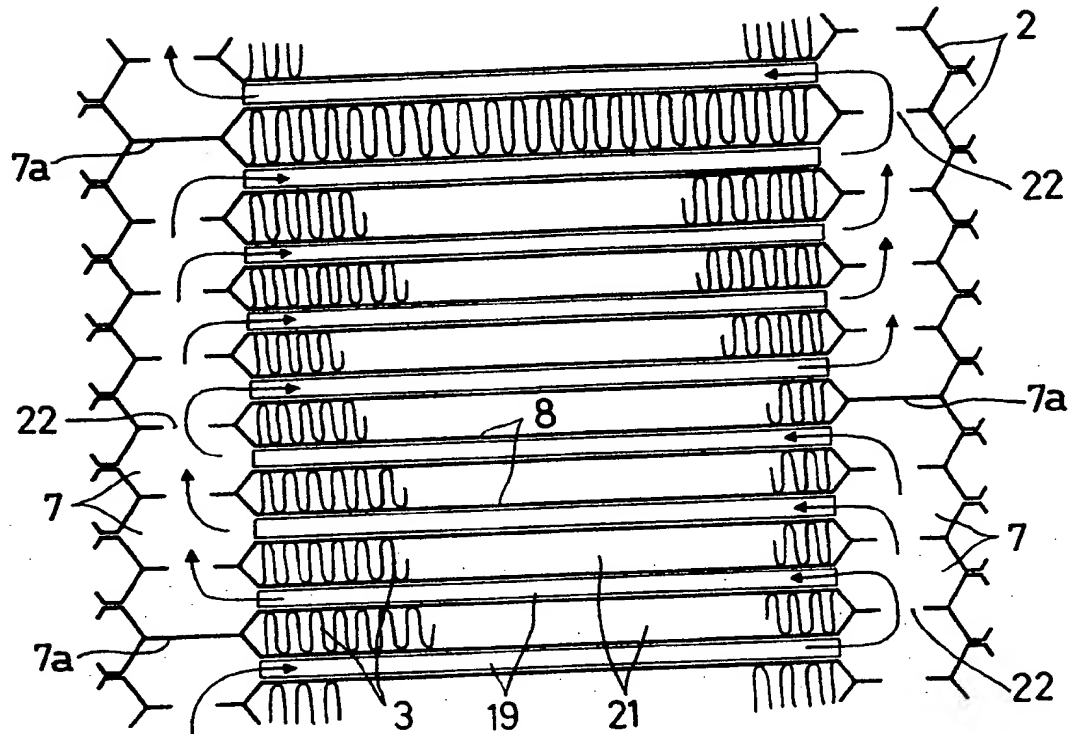


FIG. 6

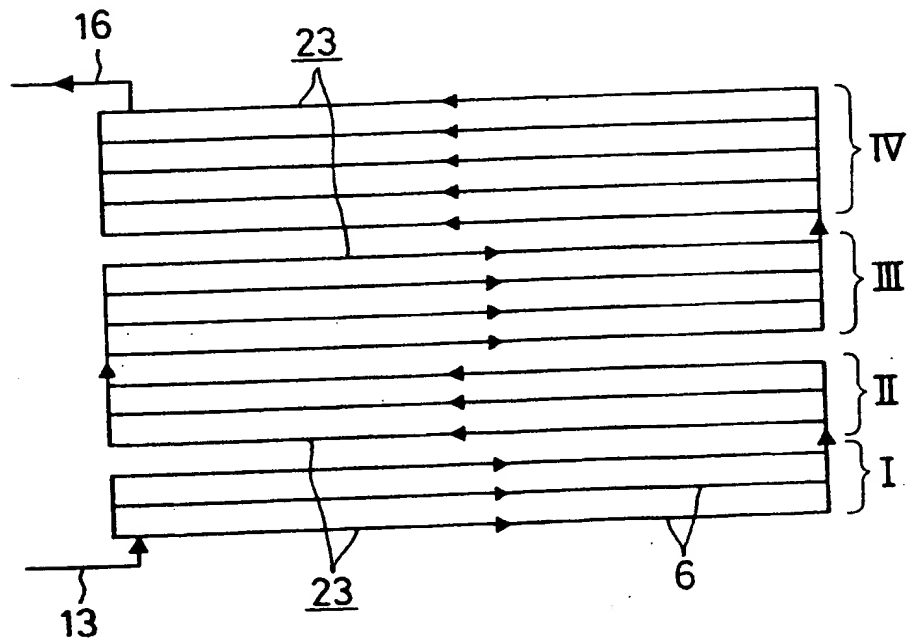


FIG. 7

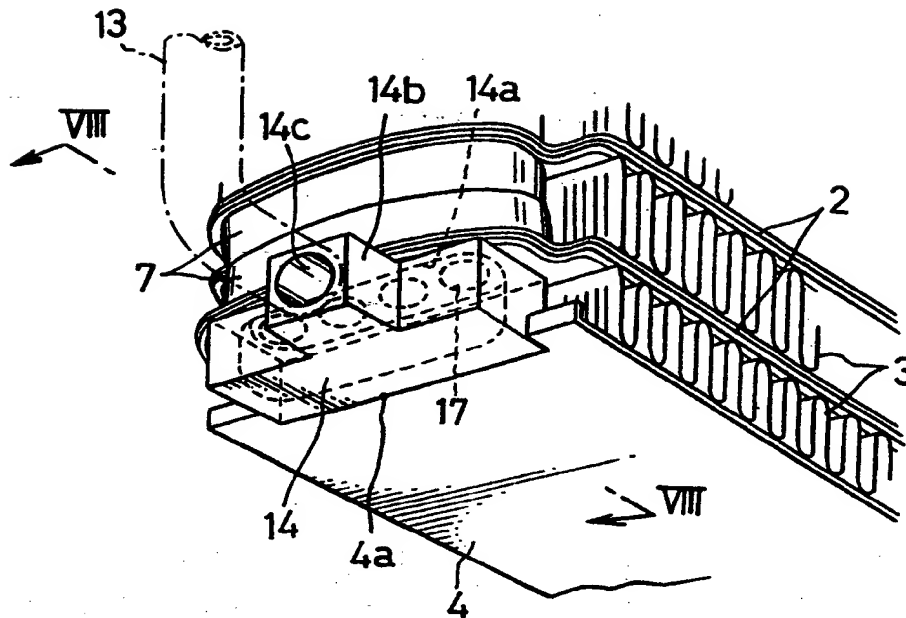


FIG. 8

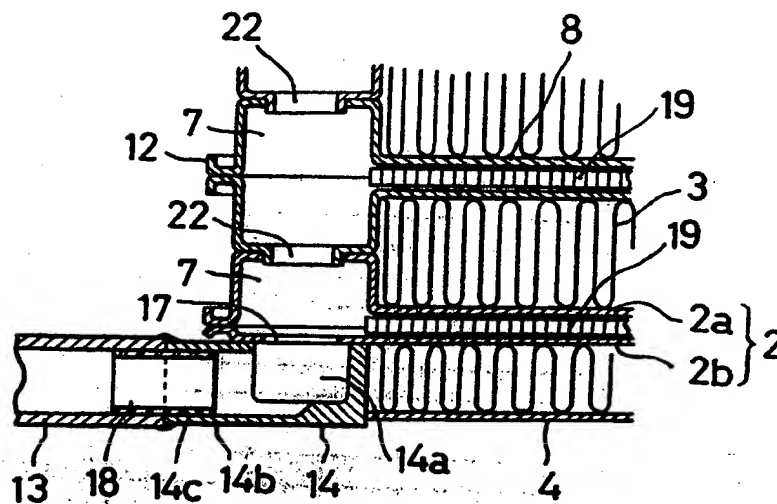


FIG. 9

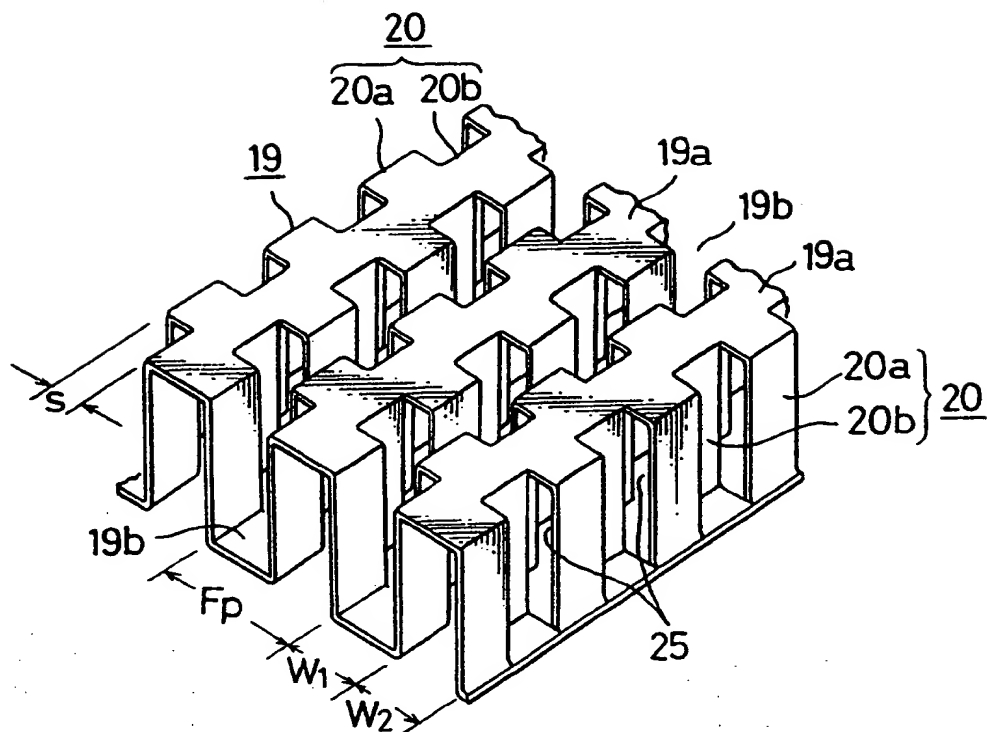


FIG. 10

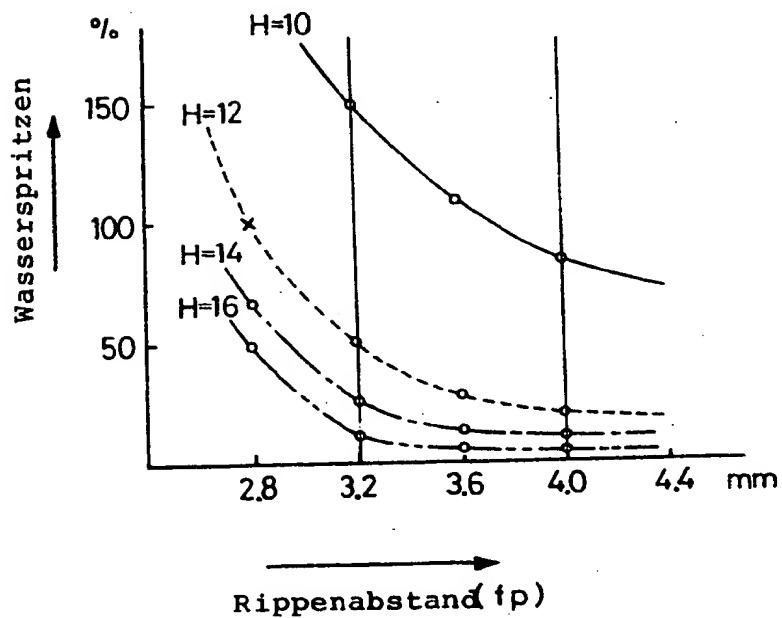


FIG. 11

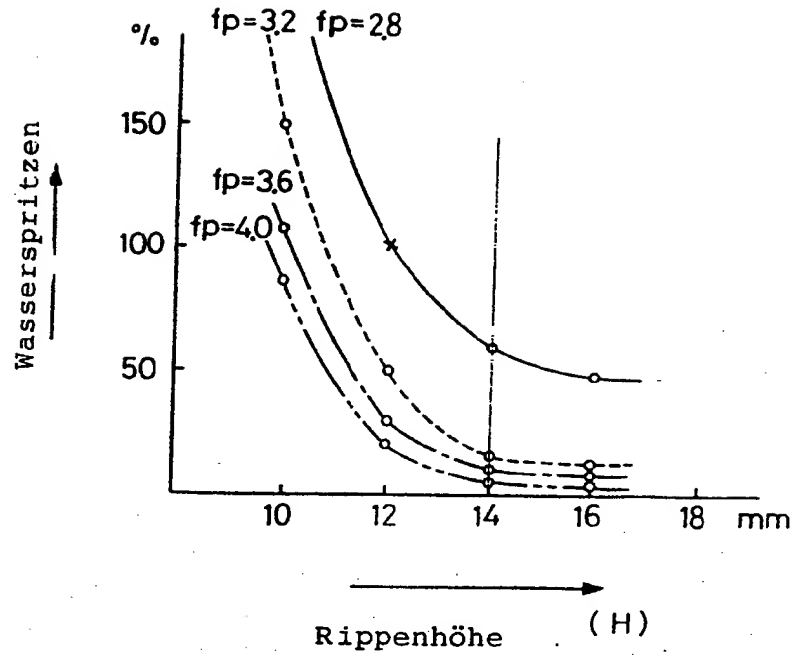


FIG. 12

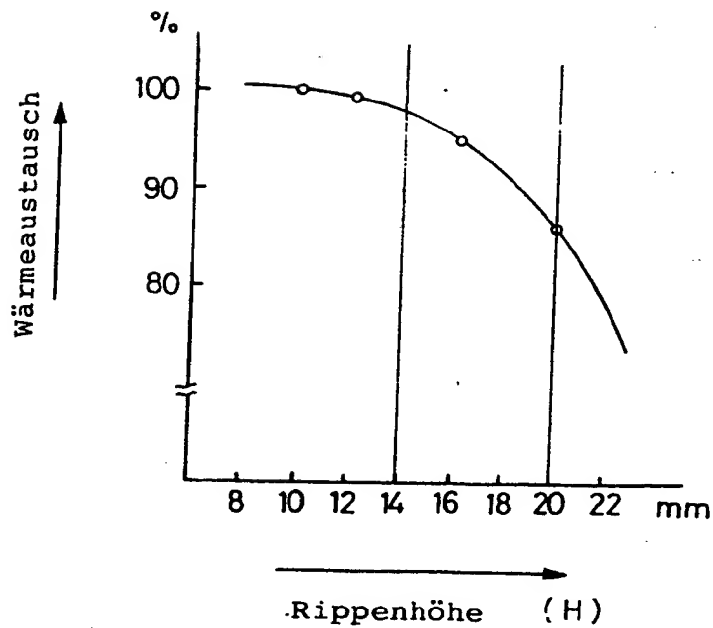






FIG. 2

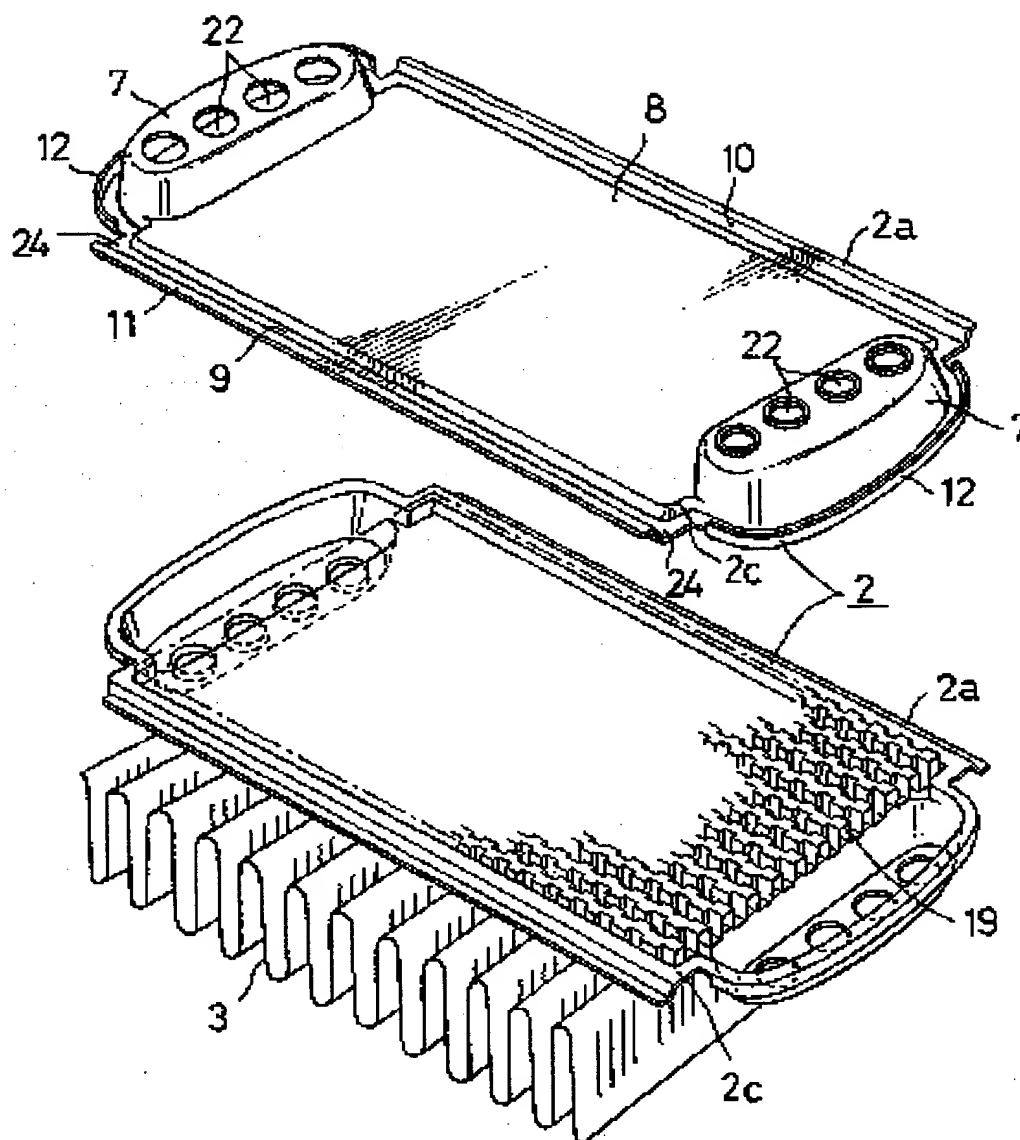


FIG. 3

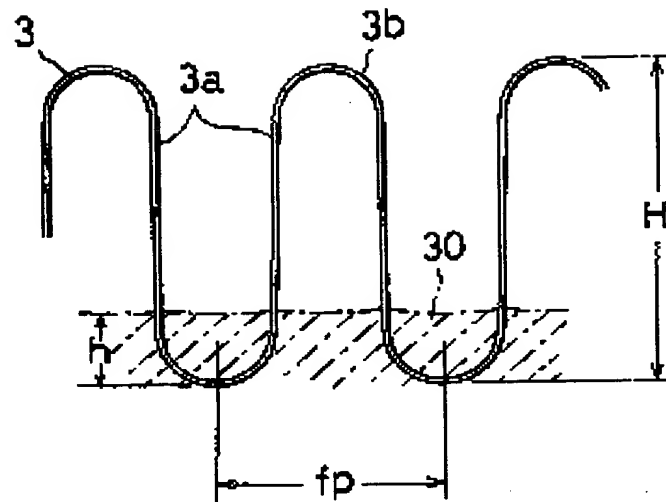


FIG. 4

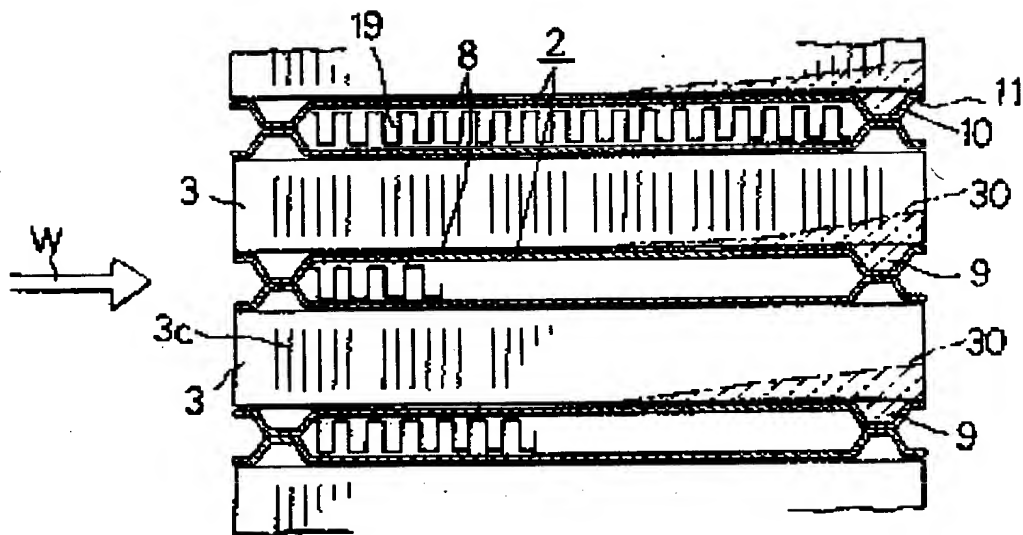


FIG. 5

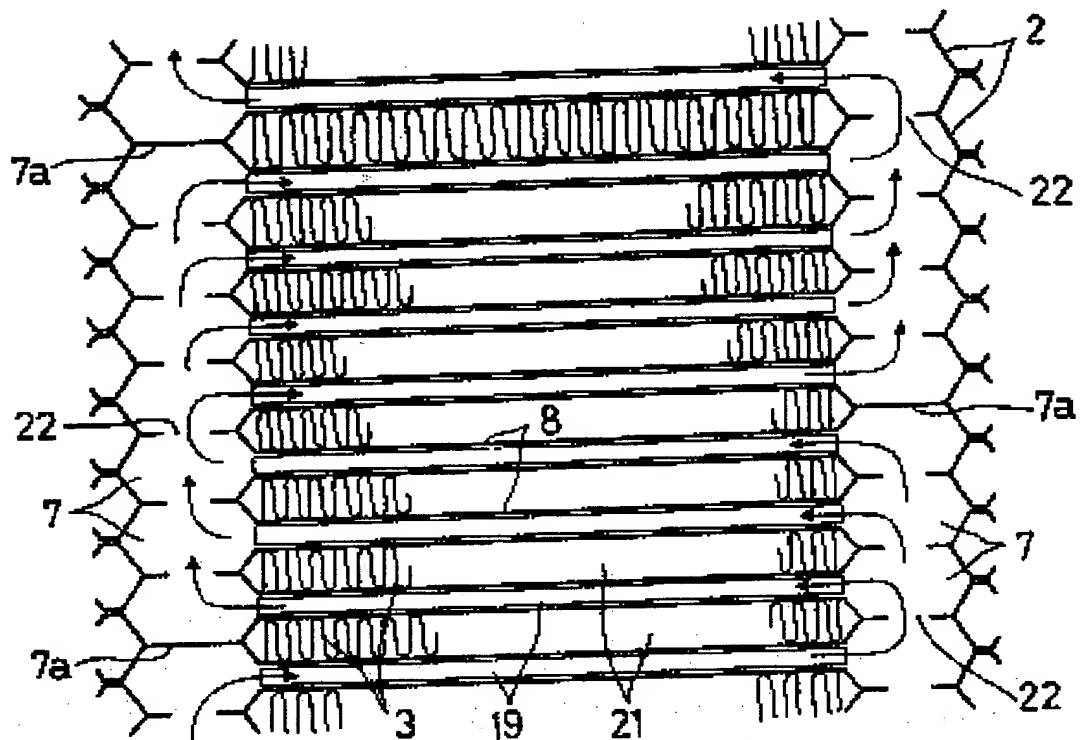


FIG. 6

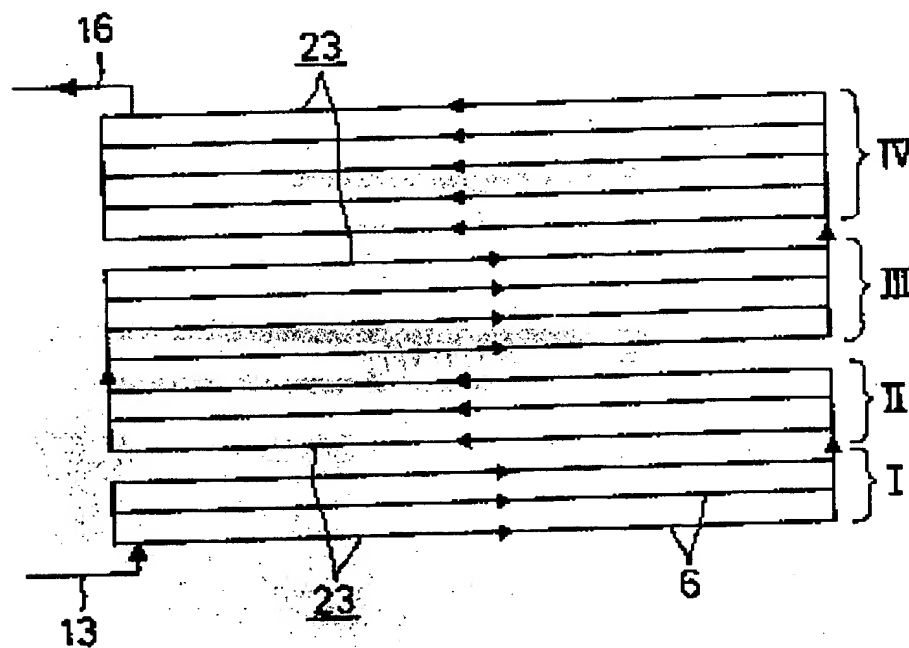


FIG. 7

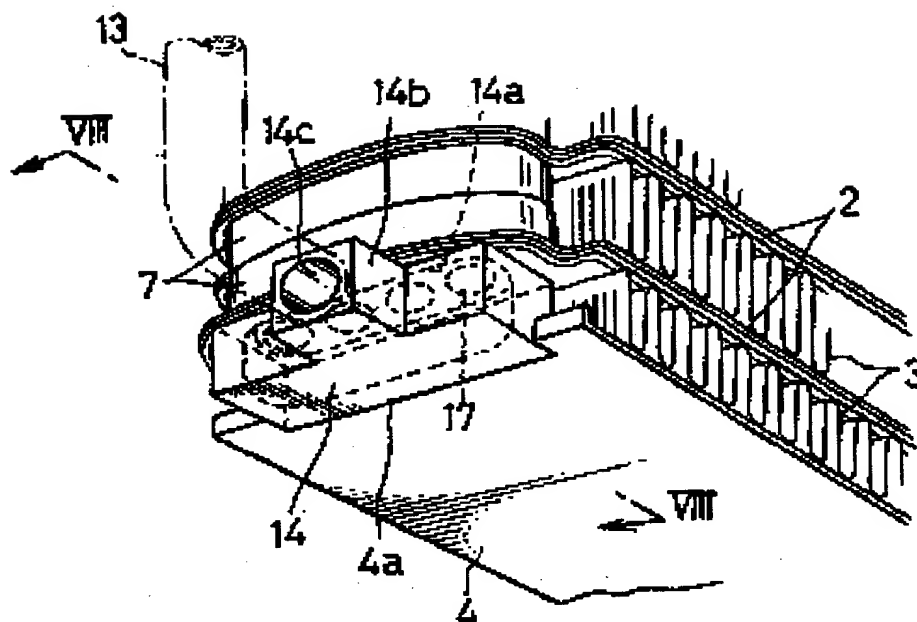


FIG. 8

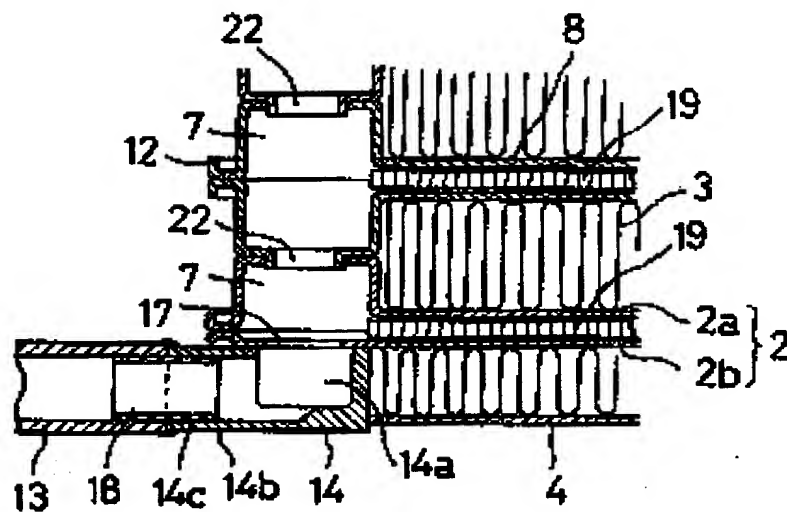


FIG. 9

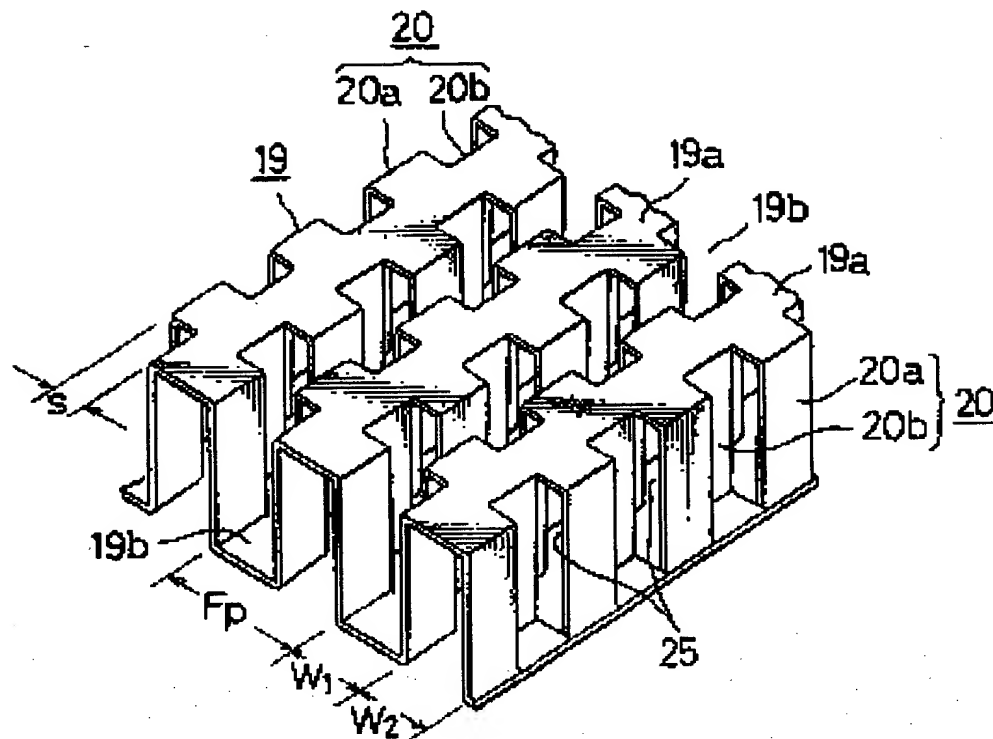


FIG. 10

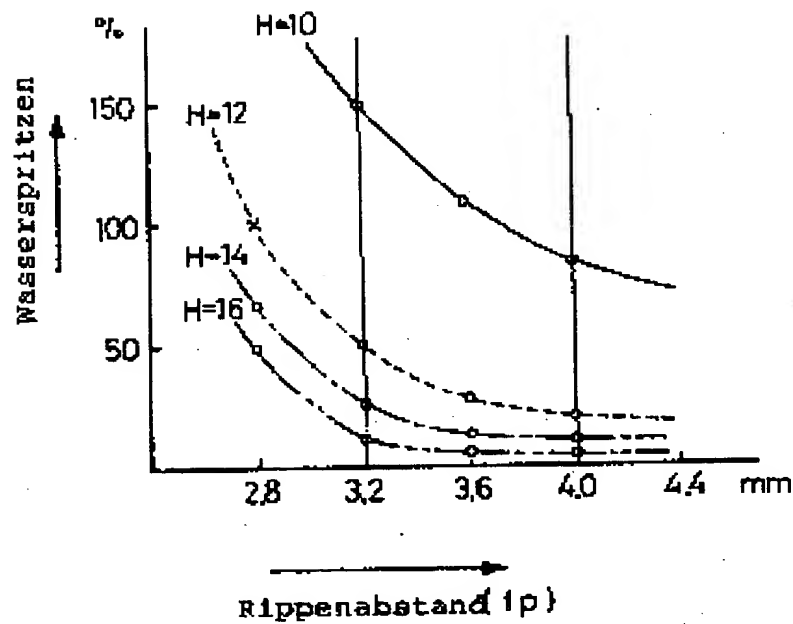


FIG. 11

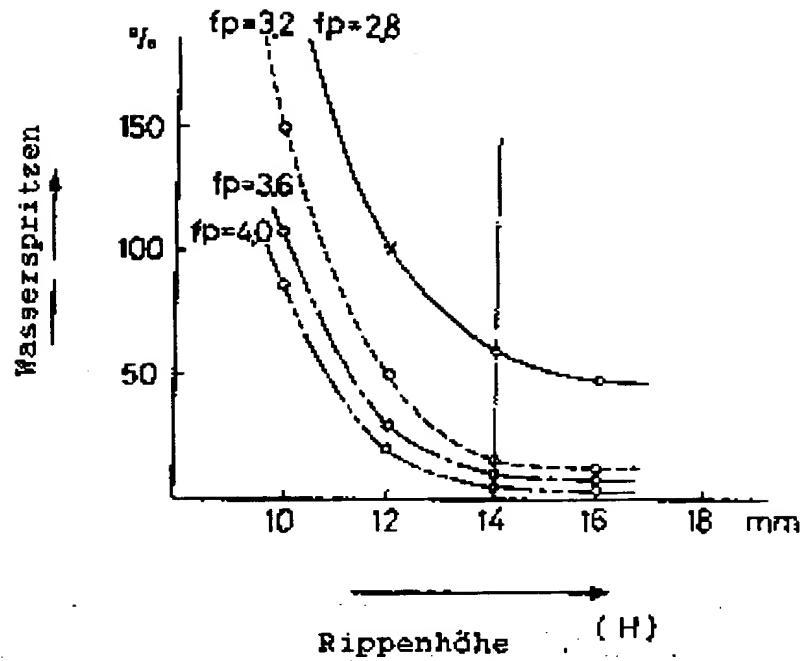
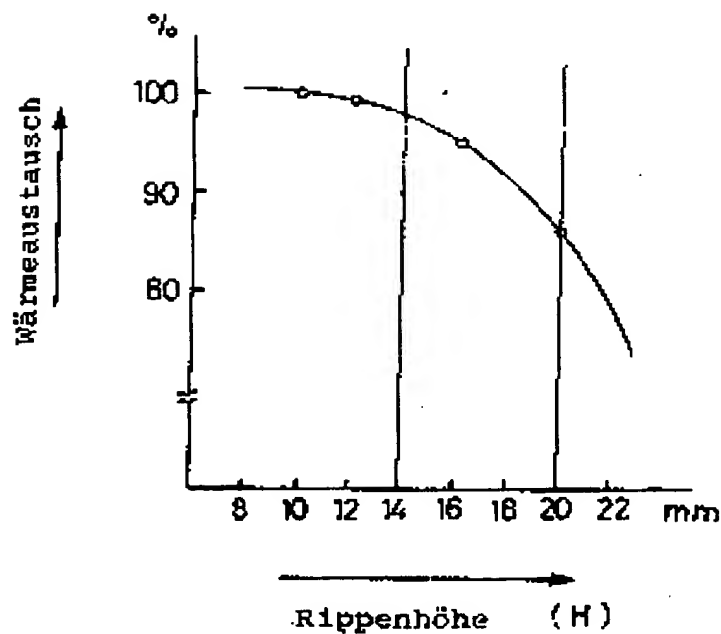


FIG. 12



**This Page Blank (uspto)**